

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-081524

(43)Date of publication of application : 21.03.2000

(51)Int.Cl.

G02B 6/122

H01L 31/0232

H04B 10/28

H04B 10/26

H04B 10/14

H04B 10/04

H04B 10/06

(21)Application number : 10-252416

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 07.09.1998

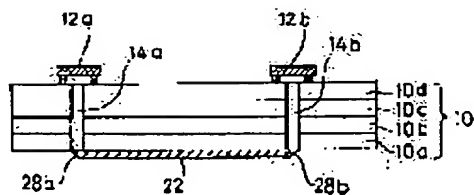
(72)Inventor : KOSEMURA TAKAHIKO

## (54) LIGHT TRANSMITTER-RECEIVER SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light transmitter-receiver system permitting to package optical parts and electronic parts therein at a high density and a high efficiency in the case the optical parts and the electronic parts are mixed and mounted on the same substrate.

SOLUTION: A pair of surface type light emitting and receiving elements 12a, 12b are mounted facedown on a multi-layered substrate 10 by using flip chip joining method, and through-holes 14a, 14b are formed right under the centers of the surface type light emitting and receiving elements 12a, 12b, respectively. Clad parts of a conductive layer with plating on the surface are formed on the inner walls of the through-holes 14a, 14b, and core parts are formed of a polymer resin in the middle parts. On the bottom side of the



multi-layered substrate 10 an optical wave guide 22 is formed, which extends straight from right under one through-hole 14a up to right under the other through-hole 14b. 45° micro mirrors 28a, 28b are formed at

both end parts of this optical waveguide 22.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-81524

(P2000-81524A)

(43) 公開日 平成12年3月21日 (2000.3.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 2 B 6/122		G 0 2 B 6/12	B 2 H 0 4 7
H 0 1 L 31/0232		H 0 1 L 31/02	D 5 F 0 8 8
H 0 4 B 10/28		H 0 4 B 9/00	Y 5 K 0 0 2
10/26			
10/14			

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-252416

(22) 出願日 平成10年9月7日 (1998.9.7)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 小瀬村 孝彦

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

株式会社内

Fターム (参考) 2H047 KA04 KB09 KB10 LA09 MA07

PA24 QA05 TA05 TA36 TA44

TA47

5F088 BB01 JA09 JA14 JA20 KA02

KA10

5K002 AA05 AA07 BA07 BA11 BA21

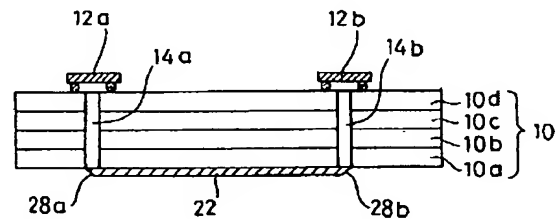
DA04 FA01

(54) 【発明の名称】 光送受信システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、同一基板上に光部品と電子部品が混載されている光送受信システムにおいて、光部品及び電子部品を高密度に且つ効率的に実装することが可能な光送受信システムを提供することを目的とする。

【解決手段】 多層基板10の上面に一对の面型発光受光素子12a、12bがフリップチップ接合法を用いてフェイスダウン実装され、面型発光受光素子12a、12bの中心真下に貫通穴14a、14bがそれぞれ形成されている。貫通穴14a、14b内壁には、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部が、中央部にはポリマー樹脂からなるコア部が形成されている。多層基板10の下面には、一方の貫通穴14aの真下から他方の貫通穴14bの真下にまで直線的に延びる光導波路22が形成されている。この光導波路22の両端部には45°マイクロミラー28a、28bがそれぞれ形成されている。



10…多層基板

10a、10b、10c、10d…第1～第4の絶縁層

12a、12b…面型発光受光素子

14a、14b…貫通穴

22…光導波路

28a、28b…45°マイクロミラー

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板と、

前記基板の上面と下面とを貫通する貫通穴と、  
前記基板の上面又は下面に実装された一対の発光受光素子と、を有し、  
前記一対の発光受光素子間の光送受信を行う際の伝送路として前記貫通穴を用いることを特徴とする光送受信システム。

【請求項2】 基板と、

前記基板の上面と下面とを貫通する貫通穴と、  
前記基板の上面にフェイスダウン実装され、前記貫通穴の真上に位置する第1の面型発光受光素子と、  
前記基板の下面にフェイスダウン実装され、前記貫通穴の真下に位置する第2の面型発光受光素子と、を有し、  
前記第1の面型発光受光素子と前記第2の面型発光受光素子と間の光送受信を前記貫通穴を介して行うことを特徴とする光送受信システム。

【請求項3】 基板と、

前記基板の上面と下面とを貫通する第1及び第2の貫通穴と、  
前記基板の上面にフェイスダウン実装され、前記第1の貫通穴の真上に位置する第1の面型発光受光素子と、  
前記基板の上面にフェイスダウン実装され、前記第2の貫通穴の真上に位置する第2の面型発光受光素子と、  
前記基板の下面に形成され、前記第1の貫通穴の真下から前記第2の貫通穴の真下に至る光導波路と、  
前記光導波路の両端部にそれぞれ形成された第1及び第2の光路屈曲手段と、を有し、  
前記第1の面型発光受光素子と前記第2の面型発光受光素子と間の光送受信を前記第1の貫通穴、前記第1の光路屈曲手段、前記光導波路、前記第2の光路屈曲手段、及び前記第2の貫通穴を介して行うことを特徴とする光送受信システム。

【請求項4】 基板と、

前記基板の上面と下面とを貫通する貫通穴と、  
前記基板の上面にフェイスダウン実装され、前記貫通穴の真上に位置する面型発光受光素子と、  
前記基板の下面に実装された端面型発光受光素子と、  
前記基板の下面に形成され、前記貫通穴の真下から前記端面型発光受光素子の端面に至る光導波路と、  
前記光導波路の前記貫通穴側の端部に形成された光路屈曲手段と、を有し、  
前記面型発光受光素子と前記端面型発光受光素子と間の光送受信を、前記貫通穴、前記光路屈曲手段、及び前記光導波路を介して行うことを特徴とする光送受信システム。

【請求項5】 請求項1、2、及び4のいずれかに記載の光送受信システムにおいて、

前記貫通穴の内壁に、前記貫通穴内を伝送する光を全反射する反射膜が形成されていることを特徴とする光送受

信システム。

【請求項6】 請求項3記載の光送受信システムにおいて、

前記第1及び第2の貫通穴のそれぞれの内壁に、前記第1及び第2の貫通穴内を伝送する光を全反射する反射膜が形成されていることを特徴とする光送受信システム。

【請求項7】 請求項5記載の光送受信システムにおいて、

前記反射膜をクラッド部とし、前記クラッド部に包囲された光伝送用のコア部が形成されていることを特徴とする光送受信システム。

【請求項8】 請求項3記載の光送受信システムにおいて、

前記第1及び第2の光路屈曲手段が、前記光導波路の両端部を加工して形成された45°マイクロミラーであることを特徴とする光送受信システム。

【請求項9】 請求項4記載の光送受信システムにおいて、

前記光路屈曲手段が、前記光導波路の端部を加工して形成された45°マイクロミラーであることを特徴とする光送受信システム。

【請求項10】 請求項1乃至4のいずれかに記載の光送受信システムにおいて、

前記基板の上面に電子部品が実装されていることを特徴とする光送受信システム。

【請求項11】 請求項5記載の光送受信システムにおいて、

前記基板の上面に電子部品が実装されており、  
前記反射膜が導体からなると共に、前記電子部品を接続する電気配線部として共用されることを特徴とする光送受信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光送受信システムに係り、特に同一基板上に光部品及び電子部品が混載されている光送受信システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】IC（集積回路）技術やLSI（大規模集積回路）技術の進歩により、これらの動作速度や集積規模が向上し、MPU（Micro-Processing Unit；マイクロプロセッサ）の高性能化やメモリチップの高速大容量化が急速に進展している。このような状況下では、特に高速デジタル信号伝送及びMPUとメモリチップ間的高速バス等を必要とする場合においては、信号配線の高速・高密度化による電気配線遅延やクロストーク悪化が高性能化等のネックとなっている。この問題を解消し得る技術として、光配線（光インターコネクション）が注目されている。この光配線は、機器装置間、機器装置内ボード間、ボード内チップ間等、様々なレベルで適用可能と考えられているが、例えばチップ間のように比較的

短距離の信号伝送には、光導波路を伝送路とした光送受信システムが有効である。

【0003】このような光導波路を伝送路とする従来の光送受信システムの一例を、図9及び図10を用いて説明する。ここで、図9は従来の光送受信システムの一例を示す概略断面図、図10は図9の光送受信システムの光導波路及び45°マイクロミラーを示す拡大図である。図9に示されるように、第1～第4の絶縁層70a、70b、70c、70dが順に積層された多層基板70の上面には、2個の面型発光受光素子72a、72bが各々フリップチップ(Flip Chip)接合法を用いてフェイスダウン実装、即ち発光受光面を下向きにして実装されている。

【0004】なお、図示はしないが、多層基板70の上面及び下面並びに第1～第4の絶縁層70a、70b、70c、70d間には配線層が形成され、またこれらの配線層は第1～第4の絶縁層70a、70b、70c、70dに形成されたビアホールを介して接続され、全体として多層配線構造をなしている。また、多層基板70の上面には、面型発光受光素子72a、72bの他に、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品がフリップチップ接合法やワイヤボンディング(Wire Bonding)接合法を用いて実装されている。

【0005】また、多層基板70の上面には、面型発光受光素子72aの真下から面型発光受光素子72bの真下にまで直線的に延びる光導波路74が形成されている。この光導波路74は、図10に示されるように、光信号を透過する中心のコア部76と、このコア部76を包囲し、コア部76よりも屈折率の低い材料からなるクラッド部78とから構成されている。そして、この光導波路74の両端部には、それぞれ45°マイクロミラー80a、80bが形成されている。

【0006】このように図9及び図10に示される光送受信システムにおいては、例えば面型発光受光素子72aの発光面から出射された光信号は、その発光面の真下に位置する45°マイクロミラー80aによって90°に全反射された後、光導波路74のコア部76に入射され、そのコア部76内を伝搬する。そして、この光導波路74のコア部76内を伝搬してきた光信号は、45°マイクロミラー80bによって90°に全反射された後、この45°マイクロミラー80bの真上に位置する面型発光受光素子72bの受光面に入射される。

【0007】こうして、面型発光受光素子72aから出射された光信号は、45°マイクロミラー80a、光導波路74、及び45°マイクロミラー80bを介して、面型発光受光素子72bに伝送される。同様にして、面型発光受光素子72bから出射された光信号も、45°マイクロミラー80b、光導波路74、及び45°マイクロミラー80aを介して、面型発光受光素子72aに

伝送される。

【0008】なお、図10において、光信号が45°マイクロミラー80aによって90°に全反射され、光導波路74のコア部76内を伝搬する様子を光伝送イメージとして矢印で表しているが、この光伝送イメージは便宜的な表示であって、実際には、所定の臨界角の範囲内で入射した光信号が光導波路74のコア部76とクラッド部78との界面において全反射を繰り返しながら伝搬することは言うまでもないことである。

【0009】また、上記図9及び図10に示される45°マイクロミラー80a、80bの代わりに、図11に示されるような微小ミラー部品を用いる場合もある。即ち、多層基板70の上面には、一方の面型発光受光素子から他方の面型発光受光素子にまで直接的に延びる光導波路82が形成され、この光導波路82も、光信号を透過する中心のコア部84と、このコア部84を包囲し、コア部84よりも屈折率の低い材料からなるクラッド部86とから構成されているが、この光導波路82の一方の端部に隣接し且つ一方の面型発光受光素子の発光面の直下に位置する多層基板70上面に微小ミラー部品88が形成されている。また、図示はしないが、光導波路82の他方の端部に隣接し且つ他方の面型発光受光素子の受光面の直下に位置する多層基板70上面にも微小ミラー部品が形成されている。

【0010】そして、この場合、例えば一方の面型発光受光素子の発光面から出射された光信号は、この微小ミラー部品88の45°ミラー面90によって90°に全反射された後、光導波路82のコア部84に入射され、そのコア部84内を伝搬するようになっている。また、この光導波路82のコア部84内を伝搬してきた光信号は、光導波路82の他方の端部に隣接して形成されている微小ミラー部品(図示せず)の45°ミラー面によって90°に全反射された後、その真上に位置する他方の面型発光受光素子の受光面に入射されるようになっている。

【0011】次に、光導波路を伝送路とする従来の光送受信システムの他の例を、図12を用いて説明する。ここで、図12は従来の光送受信システムの他の例を示す概略断面図である。なお、上記図9に示す光送受信システムの構成要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。また、図12の光送受信システムの光導波路及び45°マイクロミラーを示す拡大図は、上記図10と基本的に同様であるため図示を省略する。

【0012】図12に示されるように、第1～第4の絶縁層70a、70b、70c、70dが順に積層された多層基板70の上面には、面型発光受光素子92がフリップチップ接合法を用いてフェイスダウン実装されている。また、多層基板70の上面に形成された凹部の底面には、ダイパッドを介して端面型発光受光素子94がワイヤボンディング接合法を用いて実装されている。ま

た、多層基板70の上面には、面型発光受光素子92の真下から端面型発光受光素子94の端面にまで延びる光導波路96が形成されている。そして、この光導波路96の面型発光受光素子92側の端面には、45°マイクロミラー98が形成されている。

【0013】この図12に示される光送受信システムにおいては、例えば面型発光受光素子92の発光面から出射された光信号は、その発光面の真下に位置する45°マイクロミラー98によって90°に全反射された後、光導波路96に入射され、その光導波路96内を伝搬する。そして、この光導波路96内を伝搬してきた光信号は、端面型発光受光素子94の受光端面に入射される。こうして、面型発光受光素子92から出射された光信号は、45°マイクロミラー98及び光導波路96を介して、端面型発光受光素子94に伝送される。同様に、端面型発光受光素子94から出射された光信号も、光導波路96及び45°マイクロミラー98を介して、面型発光受光素子92に伝送される。なお、ここで、45°マイクロミラー98の代わりに微小ミラー部品を用いることが可能なことは、上記図11を用いて説明した場合と同様であるため、その図示及び説明は省略する。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来の光導波路を伝送路とする光送受信システムにおいては、多層配線構造をなす多層基板70の上面に、面型発光受光素子72a、72b、92や端面型発光受光素子94の他に、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品が混載されており、更に面型発光受光素子72a、72b間や面型発光受光素子92と端面型発光受光素子94との間を光学的に接続する光導波路74、96等の光配線部と電子部品をフリップチップ実装又はワイヤボンディング実装するための電気接合部とが入り組んで配置されている。

【0015】例えば図13に示されるように、多層基板70の上面及び下面に電気配線部100a、100bを形成し、この上面の電気配線部100a上に例えばLSI回路102をフリップチップバンプ104を介してフリップチップ実装する際に、LSI回路102の複数のフリップチップバンプ104が複数列の光導波路106間に挟み込まれる構造となる。ここで、光導波路106は、一対の発光受光素子間に直線的に形成されるため、こうした直線的に延びる複数列の光導波路106等の光配線部とLSI回路102等の電子部品の電気接合部とが高密度に入り組むことになる。このため、LSI回路102等の種々の電子部品を例えばフリップチップ接合法やワイヤボンディング接合法を用いて多層基板70の上面に実装する場合に、電子部品の配置の自由度が直線的に延びる複数列の光導波路106等の光配線部によって制約を受けることになり、高密度な且つ効率的な実装

が困難になるという問題があった。

【0016】また、図13に示されるように、例えばLSI回路102をフリップチップバンプ104を介して電気配線部100a上にフリップチップ実装する場合には、電気配線部100a表面を一部露出させる必要があることから、中心のコア部108と周囲のクラッド部110とから構成される光導波路106のクラッド部110を切削し開口しなければならなかった。このため、その製造プロセスが煩雑になるのみならず、光導波路106の信頼性、引いては光送受信システムの信頼性を損なうおそれもあった。

【0017】また、光導波路74、96の端面に形成されている45°マイクロミラー80a、80b、98は、その断面形状が逆台形をなしているため、光導波路74、96を機械的に切断加工する通常の方法を使用することができず、ドライエッチングなどの技術を用いて形成しなければならない。このため、その製造プロセスが複雑且つ煩雑になり、コストの上昇を招くという問題もあった。

【0018】また、45°マイクロミラー80a、80b、98の代わりに、上記図11に示されるように、光導波路82の端面に隣接して微小ミラー部品88を形成することも可能であるが、この場合においても、微小ミラー部品88を面型発光受光素子72a、72b、92の直下に正確な位置合わせを行って形成しなければならないため、同様に、その製造プロセスが複雑且つ煩雑になり、コストの上昇を招くという問題があった。

【0019】そこで本発明は、上記問題点を鑑みてなされたものであり、同一基板上に光部品及び電子部品が混載されている光送受信システムにおいて、光部品及び電子部品を高密度に且つ効率的に実装することが可能な光送受信システムを提供することを目的とする。また、光部品の伝送路として使用する光導波路の端面に形成される45°マイクロミラーの製造プロセスを簡易化し、ローコスト化を達成することが可能な光送受信システムを提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記課題は、以下の本発明に係る光送受信システムにより達成される。即ち、請求項1に係る光送受信システムは、基板と、この基板の上面と下面とを貫通する貫通穴と、基板の上面又は下面に実装された一対の発光受光素子とを有し、これら一対の発光受光素子間の光送受信を行う際の伝送路としてこの貫通穴を用いることを特徴とする。

【0021】このように請求項1に係る光送受信システムにおいては、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴を一対の発光受光素子間の光送受信を行う際の伝送路として用いることにより、従来のように基板の上面のみに光配線部が形成されている場合と比較すると、例えば基板の下面にも光導波路などの伝送路を形成することが可能

になるため、簡易な構造によって多様な光配線を行う自由度が大きくなる。従って、基板の上面に光部品が高密度に搭載される場合であっても、更に種々の電子部品が高密度に混載される場合であっても、これら光部品や電子部品の高密度の実装を阻害しないように一対の発光受光素子間の光配線を行うことが可能になる。逆に言えば、貫通穴を一対の発光受光素子間の光送受信を行う際の伝送路として用いることにより、光部品及び電子部品が従来以上に高密度に且つ効率的に実装される。

【0022】また、請求項2に係る光送受信システムは、基板と、この基板の上面と下面とを貫通する貫通穴と、基板の上面にフェイスダウン実装され、貫通穴の真上に位置する第1の面型発光受光素子と、基板の下面にフェイスダウン実装され、貫通穴の真下に位置する第2の面型発光受光素子とを有し、第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子と間の光送受信を貫通穴を介して行うことを特徴とする。

【0023】このように請求項2に係る光送受信システムにおいては、基板の上面と下面とにそれぞれ実装された一対の第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光送受信を、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴を介して行うことにより、基板の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、基板の上面に光部品が高密度に搭載される場合であっても、更に種々の電子部品が高密度に混載される場合であっても、これら光部品や電子部品の高密度の実装を阻害しないように第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光配線を行うことが可能になる。逆に言えば、第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光送受信を行う際の伝送路として、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴を用いることにより、光部品及び電子部品が従来以上に高密度に且つ効率的に実装される。

【0024】また、請求項3に係る光送受信システムは、基板と、この基板の上面と下面とを貫通する第1及び第2の貫通穴と、基板の上面にフェイスダウン実装され、第1の貫通穴の真上に位置する第1の面型発光受光素子と、基板の上面にフェイスダウン実装され、第2の貫通穴の真上に位置する第2の面型発光受光素子と、基板の下面に形成され、第1の貫通穴の真下から第2の貫通穴の真下に至る光導波路と、この光導波路の両端部にそれぞれ形成された第1及び第2の光路屈曲手段とを有し、第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子と間の光送受信を第1の貫通穴、第1の光路屈曲手段、光導波路、第2の光路屈曲手段、及び第2の貫通穴を介して行うことを特徴とする。

【0025】このように請求項3に係る光送受信システムにおいては、基板の上面に実装された一対の第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光送受信を、基板の上面と下面とを貫通する第1及び第2の貫通穴、第1の貫通穴の真下から第2の貫通穴の真下に

至る基板の下面に形成された光導波路、及びこの光導波路の両端部にそれぞれ形成された第1及び第2の光路屈曲手段を介して行うことにより、基板の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、基板の上面に光部品が高密度に搭載される場合であっても、更に種々の電子部品が高密度に混載される場合であっても、これら光部品や電子部品の高密度の実装を阻害しないように第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光配線を行うことが可能になる。逆に言えば、第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光送受信を行う際の伝送路として、基板の上面と下面とを貫通する第1及び第2の貫通穴並びに基板の下面に形成された光導波路を用いることにより、光部品及び電子部品が従来以上に高密度に且つ効率的に実装される。

【0026】また、請求項4に係る光送受信システムは、基板と、この基板の上面と下面とを貫通する貫通穴と、基板の上面にフェイスダウン実装され、貫通穴の真上に位置する面型発光受光素子と、基板の下面に実装された端面型発光受光素子と、基板の下面に形成され、貫通穴の真下から端面型発光受光素子の端面に至る光導波路と、光導波路の貫通穴側の端部に形成された光路屈曲手段とを有し、面型発光受光素子と端面型発光受光素子と間の光送受信を、貫通穴、光路屈曲手段、及び光導波路を介して行うことを特徴とする。

【0027】このように請求項4に係る光送受信システムにおいては、基板の上面と下面とにそれぞれ実装された面型発光受光素子と端面型発光受光素子との間の光送受信を、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴、この貫通穴の真下から端面型発光受光素子の端面に至る基板の下面に形成された光導波路、及びこの光導波路の端部に形成された光路屈曲手段を介して行うことにより、基板の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、基板の上面に光部品が高密度に搭載される場合であっても、更に種々の電子部品が高密度に混載される場合であっても、これら光部品や電子部品の高密度の実装を阻害しないように面型発光受光素子と端面型発光受光素子との間の光配線を行うことが可能になる。逆に言えば、面型発光受光素子と端面型発光受光素子との間の光送受信を行う際の伝送路として、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴及び基板の下面に形成された光導波路を用いることにより、光部品及び電子部品が従来以上に高密度に且つ効率的に実装される。

【0028】また、請求項5に係る光送受信システムは、上記請求項1、2、及び4のいずれかに係る光送受信システムにおいて、貫通穴の内壁に、貫通穴内を伝送する光を全反射する反射膜が形成されている構成とすることにより、発光受光素子間に送受信される光信号は貫通穴内をダイレクトに通過するのみならず、貫通穴の内壁の反射膜によって全反射され、又はこの反射膜による全反射が繰り返されて伝搬されるため、この貫通穴は発

光受光素子間に送受信される光信号の伝送路としての機能が十分に発揮される。

【0029】また、請求項6に係る光送受信システムは、上記請求項3に係る光送受信システムにおいて、第1及び第2の貫通穴のそれぞれの内壁に、第1及び第2の貫通穴内を伝送する光を全反射する反射膜が形成されている構成とすることにより、発光受光素子間に送受信される光信号は第1及び第2の貫通穴内をダイレクトに通過するのみならず、第1及び第2の貫通穴の内壁の反射膜によって全反射され、又はこの反射膜による全反射が繰り返されて伝搬されるため、これら第1及び第2の貫通穴は発光受光素子間に送受信される光信号の伝送路としての機能が十分に発揮される。

【0030】また、請求項7に係る光送受信システムは、上記請求項5に係る光送受信システムにおいて、反射膜をクラッド部とし、このクラッド部に包囲された光伝送用のコア部が形成されている構成とすることにより、貫通穴又は第1及び第2の貫通穴が発光受光素子間に送受信される光信号の伝送路として機能する際、その光信号の減衰が最小限に抑制される。

【0031】また、請求項8に係る光送受信システムは、上記請求項3に係る光送受信システムにおいて、第1及び第2の光路屈曲手段が、光導波路の両端部を加工して形成された45°マイクロミラーである構成とすることにより、第1又は第2の貫通穴を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて光導波路に入射し、また光導波路を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて第1又は第2の貫通穴に入射するため、基板の下面に微小ミラー部を形成する必要もなく、光導波路の両端部に形成された45°マイクロミラーによって光信号の伝送方向が互いに直交する第1及び第2の貫通穴と光導波路とが簡略なミラー構造によって光学的に接続されることになる。しかも、このとき、光導波路の両端部に形成された45°マイクロミラーは、従来のように基板の上面上にその断面形状が逆台形をなしている場合と異なり、基板の下面上にその断面形状が台形をなしていることにより、機械的に切断加工する方法を使用することが可能になるため、その製造プロセスが簡易化されて、ローコスト化が実現される。

【0032】また、請求項9に係る光送受信システムは、上記請求項4に係る光送受信システムにおいて、光路屈曲手段が、光導波路の端部を加工して形成された45°マイクロミラーである構成とすることにより、貫通穴を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて光導波路に入射し、また光導波路を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて貫通穴に入射するため、基板の下面に微小ミラー部を形成する必要もなく、光導波路の端部に形成された45°マイクロミラーによって光信号の伝送方向が互いに直交する貫通穴と光導波路とが簡略なミラー構造によって光学的に接続されることになる。しかも、

このとき、光導波路の端部に形成された45°マイクロミラーは、従来のように基板の上面上にその断面形状が逆台形をなしている場合と異なり、基板の下面上にその断面形状が台形をなしていることにより、機械的に切断加工する方法を使用することが可能になるため、その製造プロセスが簡易化され、ローコスト化が実現される。

【0033】また、請求項10に係る光送受信システムは、上記請求項1乃至4のいずれかに係る光送受信システムにおいて、基板の上面に電子部品が実装されている構成とすることにより、基板の上面に光部品及び種々の電子部品、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などが高密度に混載される場合に、これら光部品や電子部品の高密度の実装を阻害しないように一対の発光受光素子間の光配線を行うことが可能になる。逆に言えば、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴又は第1及び第2の貫通穴や基板の下面に形成された光導波路を一対の発光受光素子間の光送受信を行う際の伝送路として用いることにより、光部品及び電子部品が従来以上に高密度に且つ効率的に実装される。

【0034】また、請求項11に係る光送受信システムは、上記請求項5に係る光送受信システムにおいて、基板の上面に電子部品が実装されており、反射膜が導体からなると共に、電子部品を接続する電気配線部として共用される構成とすることにより、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴又は第1及び第2の貫通穴が、光部品間の光配線部として機能するのみならず、種々の電子部品を接続する電気配線部としても機能するため、特に基板が種々の電子部品間を接続する多層配線構造をなす場合に、その多層基板の構造、引いてはシステム全体としての構造が簡略化される。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施形態) 図1は本発明の第1の実施形態に係る光送受信システムを示す概略断面図であり、図2(a)、(b)はそれぞれ図1の光送受信システムにおける貫通穴を示す拡大平面図及び拡大断面図であり、図3は図1の光送受信システムにおける光導波路及び45°マイクロミラーを示す拡大図であり、図4は図1の光送受信システムの動作を説明するための図である。図1に示されるように、第1～第4の絶縁層10a、10b、10c、10dが順に積層された多層基板10の上面には、一対の面型発光受光素子12a、12bが各々フリップチップ接合法を用いてフェイスダウン実装、即ち発光受光面を下向きにして実装されている。

【0036】なお、図示はしないが、多層基板10の上面には、面型発光受光素子12a、12bの他に、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品がフリップチップ



接合法やワイヤボンディング接合法を用いて実装されている。また、多層基板10の上面及び下面並びに各絶縁層間には、各種の電子部品を電氣的に接続する配線層が形成され、更にこれらの配線層は各絶縁層に形成されたビアホールを介して接続され、全体として多層配線構造をなしている。

【0037】また、一対の面型発光受光素子12a、12bの発光受光面の中心真下には、多層基板10の上面と下面とを貫通する2つの貫通穴14a、14bがそれぞれ形成されている。そして、図2(a)、(b)に示されるように、貫通穴14aにおいては、その内壁に、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部16が形成され、このクラッド部16に周囲を包囲された中央部に、例えば光信号に対して透明なポリマー樹脂からなるコア部18が形成されている。

【0038】また、多層基板10の上面には、各種の電子部品を電氣的に接続する配線層20aが貫通穴14a内壁のクラッド部16に接続して形成されている。また、多層基板10の下面にも、貫通穴14aのクラッド部16に接続する配線層20bが形成されている。従って、貫通穴14a内壁のクラッド部16も、これに接続する配線層20a、20bと共に、多層基板10における多層配線構造の一部をなしている。なお、ここでは、一方の貫通穴14aについてのみ特に図示して説明したが、他方の貫通穴14bも、貫通穴14aの場合と全く同様である。

【0039】また、多層基板10の下面には、一方の貫通穴14aの真下から他方の貫通穴14bの真下にまで直線的に延びる光導波路22が形成されている。この光導波路22は、図3に示されるように、光信号を透過する中心のコア部24と、このコア部24を包囲し、コア部24よりも屈折率の低い材料からなるクラッド部26から構成されている。

【0040】また、この光導波路22の両端部には、各々45°マイクロミラー28a、28bがそれぞれ形成されている。そして、これらの45°マイクロミラー28a、28bは、多層基板10の下面上にその断面形状が台形をなしている。こうして、図3中の矢印で表されるように、例えば貫通穴14aを伝搬してきた光信号は45°マイクロミラー28aにより直角に全反射されて光導波路22に入射し、光導波路22のコア部24内を伝搬するようになっていく。同様に、光導波路22のコア部24を伝搬してきた光信号は45°マイクロミラー28aによって直角に全反射され、貫通穴14aに入射して、この貫通穴14a内を伝搬するようになっていく。

【0041】なお、ここで、本実施形態に係る光送受信システムの製造方法について簡単に説明する。2つの貫通穴14a、14bは、多層基板10における多層配線構造を形成するための貫通スルーホールを開口するプロ

セスと同一のプロセスにおいて開口する。そして、多層配線構造をなす配線層20a、20b等を形成するプロセスと同一のプロセスにおいて貫通穴14aの内壁に導体層を形成し、更にこの導体層の表面にメッキ処理を施してクラッド部16を形成する。その後、内壁がクラッド部16によって覆われている貫通穴14a、14b内にポリマー樹脂を充填し、更に硬化させて、コア部18を形成する。

【0042】また、光導波路22は、多層基板10の下面上にダイレクトに形成する。そして、この光導波路22の両端面をダイシング技術などにより機械的に切断加工する。具体的には、先端形状が角度90°V字形に加工されたダイヤモンドソーを用いて切削加工する。こうして、光導波路22の両端面にそれぞれ45°マイクロミラー28a、28bを形成する。

【0043】次に、本実施形態に係る光送受信システムの動作を説明する。例えば面型発光受光素子12bの発光面から出射された光信号は、その発光面の中心真下に位置する貫通穴14bのコア部に入射される。この貫通穴14bのコア部に入射された光信号は、このコア部とクラッド部との界面において全反射を繰り返しながら伝搬する。

【0044】この貫通穴14bのコア部内を伝搬してきた光信号は、45°マイクロミラー28bによって90°に全反射され、光導波路22のコア部24に入射される。この光導波路22のコア部24に入射された光信号は、このコア部24とクラッド部26との界面において全反射を繰り返しながら伝搬する。この光導波路22のコア部24内を伝搬してきた光信号は、45°マイクロミラー28aによって90°に全反射され、貫通穴14aのコア部18に入射される。この貫通穴14aのコア部18に入射された光信号は、このコア部18とクラッド部16との界面において全反射を繰り返しながら伝搬する。この貫通穴14aのコア部18内を伝搬してきた光信号は、貫通穴14aの真上に位置する面型発光受光素子12aの受光面に入射される。

【0045】この場合の貫通穴14a、14b内における光信号の伝搬について、更に具体的に説明する。例えば光導波路22のコア部24内を伝搬してきた光信号は、45°マイクロミラー28aによって90°に全反射されて貫通穴14aのコア部18に入射されるが、図4に示されるように、光導波路22のコア部24の寸法が50μm×50μmの場合には、多層基板10の厚みが0.8mmであり、45°マイクロミラー28aによって全反射される光信号の放射角度が10°であるとする、面型発光受光素子12aの受光面に到達するまでに光信号の放射は約200μm×200μmの広がりとなる。

【0046】従って、貫通穴14aのコア部18がこれよりも大きな径をもつ場合には、光信号はそのままダイ

レクトに面型発光受光素子12aの受光面に到達するが、ここでは、図4に示されるように、貫通穴14aのコア部18がこれよりも小さな径をもっているため、貫通穴14aのコア部18とクラッド部16との界面において全反射を繰り返しながら伝搬し、マルチモード的な光信号で面型発光受光素子12aの受光面に到達することになる。

【0047】このようにして、面型発光受光素子12bから出射された光信号は、貫通穴14b、45°マイクロミラー28b、光導波路22、45°マイクロミラー28a、及び貫通穴14aを介して、面型発光受光素子12aに伝送される。同様に、面型発光受光素子12aから出射された光信号も、貫通穴14a、45°マイクロミラー28a、光導波路22、45°マイクロミラー28b、及び貫通穴14bを介して、面型発光受光素子12bに伝送される。

【0048】なお、図3及び図4において、光信号が光導波路22のコア部24内を伝搬する様子や貫通穴14a内を伝搬する様子を光伝送イメージとして図中に矢印で表しているが、この直線的な光伝送イメージは便宜的な表示であって、実際には、既に説明したように、所定の臨界角の範囲内で入射した光信号が光導波路22のコア部24とクラッド部26との界面において全反射を繰り返しながら伝搬しており、貫通穴14aのコア部18とクラッド部16との界面において全反射を繰り返しながら伝搬している。

【0049】以上のように本実施形態に係る光送受信システムによれば、多層基板10の上面に実装した一对の面型発光受光素子12a、12b間の光送受信は、これら一对の面型発光受光素子12a、12bの発光受光面の中心直下にそれぞれ開口された2つの貫通穴14a、14b、一方の貫通穴14aの真下から他方の貫通穴14bの真下にまで直線的に延びる光導波路22、及びこの光導波路22の両端部にそれぞれ形成された45°マイクロミラー28a、28bからなる伝送路を介して行われる。このことにより、多層基板10の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、多層基板10の上面において、一对の面型発光受光素子12a、12bなどの光部品他に、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品を混載する際に、光配線部によって阻害されることなく従来以上に高密度に且つ効率的に実装することが可能になる。

【0050】また、貫通穴14a、14bの内壁には、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部16が形成され、このクラッド部16に周囲を包囲された中央部には、例えば光信号に対して透明なポリマー樹脂からなるコア部18が形成されていることにより、一对の面型発光受光素子12a、12b間の光送受信はこれらの貫通穴14a、14b内をダイレクトに通過する

のみならず、貫通穴14a、14bの内壁のクラッド部16によって全反射され、又はこの全反射が繰り返されて伝搬されるため、これらの貫通穴14a、14bは一对の面型発光受光素子12a、12b間に送受信される光信号の減衰が最小限に抑制して、光信号の伝送路としての機能を十分に且つ安定して発揮することができる。

【0051】しかも、貫通穴14a、14b内壁のクラッド部16は、多層基板10の上面及び下面に形成されている配線層20a、20bにそれぞれ接続され、多層基板10における多層配線構造の一部をなしていることにより、これらの貫通穴14a、14bが、光信号を伝送する光配線部として機能するのみならず、種々の電子部品を接続する電気配線部としても機能することになるため、多層配線構造をなす多層基板10の構造、引いては光送受信システム全体としての構造を簡略化することができる。

【0052】また、光導波路22の両端部にそれぞれ45°マイクロミラー28a、28bが形成されているため、特別に微小ミラー部品を形成する必要もなく、簡略なミラー構造により光路屈曲手段としての機能を発揮することができる。しかも、これらの45°マイクロミラー28a、28bは、従来のように基板の上面上にその断面形状が逆台形をなしている場合と異なり、多層基板10の下面上にその断面形状が台形をなしているため、例えば先端形状が角度90°V字形に加工されたダイアモンドソーを用いて機械的に切断加工することが可能になり、その製造プロセスを簡易化して、ローコスト化を実現することができる。

【0053】(第2の実施形態) 図5は本発明の第2の実施形態に係る光送受信システムを示す概略断面図である。なお、図5の光送受信システムにおける貫通穴を示す拡大平面図及び拡大断面図、光導波路及び45°マイクロミラーを示す拡大図、及び光送受信システムの動作を説明するための図は、それぞれ上記第1の実施形態における図2(a)、(b)、図3、及び図4と基本的に同様であるため、図示は省略する。また、上記第1の実施形態の図1に示す光送受信システムの構成要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0054】上記第1の実施形態においては、多層基板10の上面に実装された一对の面型発光受光素子12a、12bが2つの貫通穴14a、14b及び多層基板10の下面の光導波路22等を介して光学的に接続されているのに対して、本実施形態に係る光送受信システムは、多層基板の上面に実装された面型発光受光素子と下面に実装された端面型発光受光素子とが貫通穴及び多層基板の下面の光導波路等を介して光学的に接続されている点に特徴がある。即ち、図5に示されるように、第1～第4の絶縁層10a、10b、10c、10dが順に積層された多層基板10の上面には、面型発光受光素子30がフリップチップ接合法を用いてフェイスダウン実

装、即ち発光受光面を下向きにして実装されている。また、多層基板10の下面に形成された凹部の底面には、端面型発光受光素子32がワイヤボンディング接合法を用いて実装されている。そして、これら面型発光受光素子30及び端面型発光受光素子32は、一対の発光受光素子をなしている。

【0055】なお、多層基板10の上面に、面型発光受光素子30の他にも例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品が実装されていること、また多層基板10の上面及び下面並びに各絶縁層間に、各種の電子部品を電気的に接続する配線層が形成され、更にこれらの配線層は各絶縁層に形成されたビアホールを介して接続され、全体として多層配線構造をなしていることは、上記第1の実施形態の場合と同様である。

【0056】また、面型発光受光素子30の発光受光面の中心真下には、多層基板10の上面と下面とを貫通する貫通穴34が形成されている。そして、上記図2(a)、(b)に示される場合と同様に、この貫通穴34の内壁には、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部が形成され、このクラッド部に周囲を包囲された中央部には、例えば光信号に対して透明なポリマー樹脂からなるコア部が形成されている。また、この貫通穴34内壁のクラッド部は、多層基板10における多層配線構造の一部をなしている。

【0057】また、多層基板10の下面には、貫通穴34の真下から端面型発光受光素子32の端面にまで直線的に延びる光導波路36が形成されている。この光導波路36は、上記図3に示される場合と同様に、光信号を透過する中心のコア部と、このコア部を包囲し、コア部よりも屈折率の低い材料からなるクラッド部から構成されている。

【0058】また、この光導波路36の貫通穴34側の端部には、45°マイクロミラー38が形成されている。そして、この45°マイクロミラー38は、多層基板10の下面上にその断面形状が台形をなしている。こうして、例えば貫通穴34を伝搬してきた光信号は45°マイクロミラー38により直角に全反射されて光導波路36に入射し、この光導波路36のコア部内を伝搬するようになっている。同様に、光導波路36のコア部を伝搬してきた光信号は45°マイクロミラー38により直角に全反射されて貫通穴34に入射し、この貫通穴34内を伝搬するようになっている。

【0059】なお、ここで、本実施形態に係る光送受信システムの製造方法について簡単に説明する。貫通穴34は、上記第1の実施形態における2つの貫通穴14a、14bの形成方法について説明した場合と同様の方法を用いて形成する。また、光導波路36及びその一端の45°マイクロミラー38は、上記第1の実施形態における光導波路22及びその両端の45°マイクロミ

ー28a、28bの形成方法について説明した場合と同様の方法を用いて形成する。

【0060】次に、本実施形態に係る光送受信システムの動作を説明する。例えば面型発光受光素子30の発光面から出射された光信号は、その発光面の中心真下に位置する貫通穴34のコア部に入射される。この貫通穴34のコア部に入射された光信号は、このコア部とクラッド部との界面において全反射を繰り返しながら伝搬する。この貫通穴34のコア部内を伝搬してきた光信号は、45°マイクロミラー38により90°に全反射されて、光導波路36のコア部に入射される。この光導波路36のコア部に入射された光信号は、光導波路36のコア部とクラッド部との界面において全反射を繰り返しながら伝搬する。この光導波路36のコア部内を伝搬してきた光信号は、端面型発光受光素子32の受光端面に入射される。

【0061】このようにして、面型発光受光素子30から出射された光信号は、貫通穴34、45°マイクロミラー38、及び光導波路36を介して、端面型発光受光素子32に伝送される。同様にして、端面型発光受光素子32から出射された光信号も、光導波路36、45°マイクロミラー38、及び貫通穴34を介して、面型発光受光素子30に伝送される。

【0062】以上のように本実施形態に係る光送受信システムによれば、多層基板10の上面及び下面にそれぞれ実装された一対の面型発光受光素子30と端面型発光受光素子32との間の光送受信は、面型発光受光素子30の発光受光面の中心直下に開口された貫通穴34、この貫通穴34の真下から端面型発光受光素子32の端面にまで直線的に延びる光導波路36、及びこの光導波路36の貫通穴34側の端部に形成された45°マイクロミラー38からなる伝送路を介して行われる。このことにより、多層基板10の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、多層基板10の上面において、面型発光受光素子30などの光部品の他に、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品を混載する際に、光配線部によって阻害されることなく従来以上に高密度に且つ効率的に実装することが可能になる。

【0063】また、上記第1の実施形態の場合と同様に、貫通穴34の内壁には、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部が形成され、このクラッド部に周囲を包囲された中央部には、例えば光信号に対して透明なポリマー樹脂からなるコア部が形成されていることにより、この貫通穴34は、一対の面型発光受光素子30と端面型発光受光素子32との間に送受信される光信号の減衰を最小限に抑制して、光信号の伝送路としての機能を十分に且つ安定して発揮することができる。しかも、貫通穴34内壁のクラッド部は、多層基板10における多層配線構造の一部をなしていることにより、

この貫通穴34が光信号を伝送する光配線部として機能すると共に、種々の電子部品を接続する電気配線部としても機能するため、多層配線構造をなす多層基板10の構造、引いては光送受信システム全体としての構造を簡略化することができる。

【0064】また、光導波路36の端部に45°マイクロミラー38が形成されているため、特別に微小ミラー部品を形成する必要もなく、簡略な構造によって光路屈曲手段としての機能を発揮することができる。しかも、この45°マイクロミラー38は、多層基板10の下面上にその断面形状が台形をなしているため、上記第1の実施形態の場合と同様に、機械的に切断加工することが可能になり、その製造プロセスを簡易化して、ローコスト化を実現することができる。

【0065】(第3の実施形態)図6は本発明の第3の実施形態に係る光送受信システムを示す概略断面図である。なお、図6の光送受信システムにおける貫通穴を示す拡大平面図及び拡大断面図は、上記第1の実施形態における図2(a)、(b)と基本的に同様であるため、図示は省略する。また、上記第1の実施形態の図1に示す光送受信システムの構成要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0066】上記第1の実施形態においては、多層基板10の上面に実装された一対の面型発光受光素子12a、12bが2つの貫通穴14a、14b及び多層基板10の下面の光導波路22等を介して光学的に接続されているのに対して、本実施形態に係る光送受信システムは、多層基板の上面に実装された面型発光受光素子と下面に実装された面型発光受光素子とが貫通穴を介して光学的に接続されている点に特徴がある。即ち、図6に示されるように、第1～第4の絶縁層10a、10b、10c、10dが順に積層された多層基板10の上面には、面型発光受光素子40aがフリップチップ接合法を用いてフェイスダウン実装、即ち発光受光面を下向きにして実装されている。また、多層基板10の下面にも、面型発光受光素子40bがフリップチップ接合法を用いてフェイスダウン実装、即ち発光受光面を上向きにして実装されている。そして、これらの面型発光受光素子40a、40bは、一対の発光受光素子をなしている。

【0067】なお、多層基板10の上面に、面型発光受光素子40aの他に、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品が実装されていること、また多層基板10の上面及び下面並びに各絶縁層間に、各種の電子部品を電気的に接続する配線層が形成され、更にこれらの配線層は各絶縁層に形成されたビアホールを介して接続され、全体として多層配線構造をなしていることは、上記第1の実施形態の場合と同様である。

【0068】また、面型発光受光素子40aの発光受光面の中心真下には、多層基板10の上面と下面とを貫通

する貫通穴42が形成されている。また、この貫通穴42の中心真下に面型発光受光素子40bの発光受光面が位置し、その発光受光面を貫通穴42に向けている。また、上記図2(a)、(b)に示される場合と同様に、この貫通穴42の内壁には、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部が形成され、このクラッド部に周囲を包囲された中央部には、例えば光信号に対して透明なポリマー樹脂からなるコア部が形成されている。また、この貫通穴42内壁のクラッド部は、多層基板10における多層配線構造の一部をなしている。

【0069】なお、ここで、本実施形態に係る光送受信システムの製造方法について簡単に説明すると、貫通穴42は、上記第1の実施形態における2つの貫通穴14a、14bの形成方法について説明した場合と同様の方法を用いて形成する。

【0070】次に、本実施形態に係る光送受信システムの動作を説明する。例えば面型発光受光素子40aの発光面から出射された光信号は、その発光面の中心真下に位置する貫通穴42のコア部に入射される。この貫通穴42のコア部に入射された光信号は、このコア部とクラッド部との界面において全反射を繰り返しながら伝搬する。この貫通穴42のコア部内を伝搬してきた光信号は、面型発光受光素子40bの受光面に入射される。このようにして、面型発光受光素子40aから出射された光信号は、貫通穴42を介して、面型発光受光素子40bに伝送される。同様に、面型発光受光素子40bから出射された光信号も、貫通穴42を介して、面型発光受光素子40aに伝送される。

【0071】以上のように本実施形態に係る光送受信システムによれば、多層基板10の上面及び下面に実装された一対の面型発光受光素子40a、40b間の光送受信は、面型発光受光素子40aの発光受光面の中心直下であって且つ面型発光受光素子40bの発光受光面の中心直上に開口された貫通穴42からなる伝送路を介して行われる。このことにより、多層基板10の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、多層基板10の上面において、面型発光受光素子40aなどの光部品の他に、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などの電子部品を混載する際に、光配線部によって阻害されることがなく従来以上に高密度に且つ効率的に実装することが可能になる。

【0072】また、上記第1の実施形態の場合と同様に、貫通穴42の内壁には、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部が形成され、このクラッド部に周囲を包囲された中央部には、例えば光信号に対して透明なポリマー樹脂からなるコア部が形成されていることにより、この貫通穴42は、一対の面型発光受光素子40a、40b間に送受信される光信号の減衰を最小限に抑制して、光信号の伝送路としての機能を十分に且つ安定して発揮することができる。しかも、貫通穴42

内壁のクラッド部は、多層基板10における多層配線構造の一部をなしていることにより、この貫通穴42が光信号を伝送する光配線部として機能すると共に、種々の電子部品を接続する電気配線部としても機能するため、多層配線構造をなす多層基板10の構造、引いては光送受信システム全体としての構造を簡略化することができる。

【0073】なお、上記第1～第3の実施形態において、貫通穴14a、14b、34、42は、その内壁に表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部が形成され、クラッド部に周囲を包囲された中央部に例えばポリマー樹脂からなるコア部が形成されているが、その中央部にポリマー樹脂を充填することなく、中空のままであってもよい。この場合には、貫通穴14a、14b、34、42内に入射された光信号は、ポリマー樹脂の代わりに空気を媒体として伝搬する。

【0074】

【実施例】以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施例を説明する。図7(a)、(b)、(c)はそれぞれ本発明の実施例に係る光送受信システムを示す概略上面図、概略断面図、及び概略下面図であり、図8は図7の光送受信システムにおける光配線部及び電気接続部と電子部品の実装との関係を説明するための図である。なお、上記第1の実施形態の図1の光送受信システムの構成要素と同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0075】本実施例に係る光送受信システムは、上記第1の実施形態に係る光送受信システムに対応するものであり、具体的には、LSI間の1GHz程度の高速度デジタル信号は電気信号により行方、2.5GHz以上の非常に高速度なデジタル信号は光信号により行方MPUモジュールである。

【0076】図7(a)、(b)に示されるように、第1～第4の絶縁層10a、10b、10c、10dが順に積層された多層基板10の上面には、複数個の面型発光受光素子12aが列状に配置されると共に、この面型発光受光素子12aの列状の配置に相対して、複数個の面型発光受光素子12bが列状に配置されている。即ち、これら相対して列状に配置された複数個の面型発光受光素子12a、12bはそれぞれ対をなしている。そして、これら複数個の対をなす面型発光受光素子12a、12bは各々フリップチップ接合法を用いてフェイスダウン実装、即ち発光受光面を下向きにして実装されている。

【0077】また、多層基板10の上面には、これら複数個の面型発光受光素子12a、12bの他にも、例えば発光駆動及び受光増幅回路50、LSI回路52、LCR部品54などの電子部品がフリップチップ接合法やワイヤボンディング接合法等を用いて実装されている。即ち、図8に示されるように、多層基板10の上面に

は、各種の電子部品を電気的に接続する配線層からなる電気配線部56aが形成され、この電気配線部56a上に例えばLSI回路52がその底面に形成されたフリップチップパンプ58を介してフリップチップ実装されている。

【0078】また、多層基板10の下面にも、電気配線部56bが形成されている。更に、図示はしないが、多層基板10の第1～第4の絶縁層10a、10b、10c、10d間にも配線層が形成されており、これらの配線層並びに多層基板10の上面及び下面の電気配線部56a、56bは第1～第4の絶縁層10a、10b、10c、10dに形成されたビアホールを介して接続され、全体として多層配線構造をなしている。

【0079】また、複数個の面型発光受光素子12aの発光受光面の中心真下には、多層基板10の上面と下面とを貫通する複数の貫通穴14aがそれぞれ形成され、また複数個の面型発光受光素子12bの発光受光面の中心真下にも、複数の貫通穴14bがそれぞれ形成されている。そして、上記図2(a)、(b)に示される場合と同様に、これらの貫通穴14a、14bの内壁には、表面にメッキ処理が施された導体層からなるクラッド部が形成され、このクラッド部に周囲を包囲された中央部には、例えば光信号に対して透明なポリマー樹脂からなるコア部が形成されている。また、これら貫通穴14a、14bの内壁のクラッド部は、多層基板10における多層配線構造の一部をなしている。

【0080】また、図7(b)、(c)に示されるように、多層基板10の下面には、一方の側の複数の貫通穴14aの真下から他方の側の複数の貫通穴14bの真下にまで直線的に延びる複数列の光導波路22が並行して形成されている。そして、これら複数列の光導波路22は、図8に示されるように、多層基板10の下面の電気配線部56b上に形成されている第1層目クラッド部26aと、この第1層目クラッド部26a上に複数列に並行して形成されているコア部24と、これらのコア部24を覆っている第2層目クラッド部26bとから構成されている。

【0081】また、図7(b)に示されるように、複数列に並行して形成されている光導波路22の両端部には、45°マイクロミラー28a、28bがそれぞれ形成されている。そして、これらの45°マイクロミラー28a、28bは、多層基板10の下面上にその断面形状が台形をなしている。また、図7(b)、(c)に示されるように、多層基板10の下面には、光導波路22が複数列に並行して形成されている領域を除いた領域に、マザーボード基板にBGA(Ball Grid Array)実装するための半田ボール60がマトリクス状に配置されている。

【0082】以上のように本実施例によれば、多層基板10の上面に相対して列状に配置された複数個の対をな



す面型発光受光素子12a、12bが各々貫通穴14a、14b及び多層基板10の下面の光導波路22等を介して光学的に接続されていることにより、多層基板10の上面に光配線部を形成する必要がなくなり、多層基板10の上面の電気配線部56a上に例えばLSI回路52をフリップチップバンプ58を介してフリップチップ実装する場合に、上記図13に示される従来の場合のように複数のフリップチップバンプ104が複数列の光導波路106間に挟み込まれる構造となるなど、光導波路106等の光配線部とLSI回路102等の電子部品の電気接合部とが高密度に入り組む事態を回避することが可能になるため、発光駆動及び受光増幅回路50、LSI回路52、LCR部品54などの電子部品の配置の自由度が高まり、従来以上に高密度に且つ効率よく実装することができる。

【0083】従って、例えば複数個の対をなす面型発光受光素子12a、12b間のような比較的短距離の信号伝送を、貫通穴14a、14b及び多層基板10の下面の光導波路22等を使用する光配線によって行い、信号配線の高速化、高密度化による電気配線遅延やクロストーク悪化を解消することが可能になる小型軽量化した機器実装を実現することができる。

【0084】また、上記図13に示される従来の場合のように例えばLSI回路102をフリップチップバンプ104を介して電気配線部100a上にフリップチップ実装する際に電気配線部100a表面を一部露出させるために光導波路106のクラッド部110を切削する必要がなくなり、光導波路22は多層基板10の下面に自由に配列することが可能になるため、光導波路22の信頼性、引いてはMPUモジュールの信頼性を向上させると共に、その製造プロセスを容易化して、ローコスト化を実現することができる。

【0085】

【発明の効果】以上、詳細に説明した通り、本発明に係る光送受信システムによれば、次のような効果を奏することができる。即ち、請求項1に係る光送受信システムによれば、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴を一对の発光受光素子間の光送受信を行う際の伝送路として用いることにより、例えば基板の下面にも光導波路などの伝送路を形成することが可能になり、簡易な構造によって多様な光配線を行う自由度が大きくなる。このため、基板の上面に光部品が高密度に搭載される場合であっても、更に種々の電子部品が高密度に混載される場合であっても、これら光部品や電子部品の実装を阻害しないように一对の発光受光素子間の光配線を行うことが可能になる。即ち、一对の発光受光素子間の光配線による制約を受けることなく、光部品及び電子部品の実装を従来以上に高密度に且つ効率的に行うことが可能になる。従って、こうした光部品及び電子部品の高密度実装化により、光送受信システムの高性能化や小型軽量化を実現す

ることができる。

【0086】また、請求項2に係る光送受信システムによれば、基板の上面と下面とにそれぞれ実装された一对の第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光送受信を、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴を介して行うことにより、基板の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、上記請求項1に係る光送受信システムの場合と同様の効果を奏することができる。

【0087】また、請求項3に係る光送受信システムによれば、基板の上面に実装された一对の第1の面型発光受光素子と第2の面型発光受光素子との間の光送受信を、これら第1及び第2の面型発光受光素子の真下に位置する第1及び第2の貫通穴、第1の貫通穴の真下から第2の貫通穴の真下に至る基板の下面に形成された光導波路、及びこの光導波路の両端部にそれぞれ形成された第1及び第2の光路屈曲手段を介して行うことにより、基板の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、上記請求項1に係る光送受信システムの場合と同様の効果を奏することができる。

【0088】また、請求項4に係る光送受信システムによれば、基板の上面と下面とにそれぞれ実装された一对の面型発光受光素子と端面型発光受光素子との間の光送受信を、面型発光受光素子の真下に位置する貫通穴、この貫通穴の真下から端面型発光受光素子の端面に至る基板の下面に形成された光導波路、及びこの光導波路の貫通穴側の端部に形成された光路屈曲手段を介して行うことにより、基板の上面に光配線部を形成する必要がなくなるため、上記請求項1に係る光送受信システムの場合と同様の効果を奏することができる。

【0089】また、請求項5に係る光送受信システムによれば、上記請求項1、2、及び4のいずれかに係る光送受信システムにおいて、貫通穴の内壁に、貫通穴内を伝送する光を全反射する反射膜が形成されていることにより、一对の発光受光素子間に送受信される光信号は貫通穴内をダイレクトに通過するのみならず、貫通穴の内壁の反射膜によって全反射され、又はこの反射膜による全反射が繰り返されて伝搬されるため、この貫通穴は発光受光素子間に送受信される光信号の伝送路としての機能を十分に発揮することができる。

【0090】また、請求項6に係る光送受信システムによれば、上記請求項3に係る光送受信システムにおいて、第1及び第2の貫通穴のそれぞれの内壁に、第1及び第2の貫通穴内を伝送する光を全反射する反射膜が形成されていることにより、上記請求項5に係る光送受信システムの場合と同様の効果を奏することができる。

【0091】また、請求項7に係る光送受信システムによれば、上記請求項5に係る光送受信システムにおいて、反射膜をクラッド部とし、このクラッド部に包囲された光伝送用のコア部が形成されていることにより、貫通穴又は第1及び第2の貫通穴が発光受光素子間に送受

信される光信号の伝送路として機能する際、その光信号の減衰を最小限に抑制することができる。

【0092】また、請求項8に係る光送受信システムによれば、上記請求項3に係る光送受信システムにおいて、第1及び第2の光路屈曲手段が光導波路の両端部を加工して形成された45°マイクロミラーであることにより、第1又は第2の貫通穴を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて光導波路に入射し、また光導波路を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて第1又は第2の貫通穴に入射するため、基板の下面に微小ミラー部品を形成する必要もなく、光信号の伝送方向が互いに直交する第1及び第2の貫通穴と光導波路とを簡略な構造によって光学的に接続することができる。しかも、光導波路の両端部に形成された45°マイクロミラーは、基板の下面上にその断面形状が台形をなしているため、機械的に切断加工する方法を使用することが可能になる。従って、製造プロセスを簡易化して、ローコスト化を実現することができる。

【0093】また、請求項9に係る光送受信システムによれば、上記請求項4に係る光送受信システムにおいて、光路屈曲手段が光導波路の端部を加工して形成された45°マイクロミラーであることにより、貫通穴を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて光導波路に入射し、また光導波路を伝搬してきた光信号は直角に全反射されて貫通穴に入射するため、上記請求項8に係る光送受信システムの場合と同様の効果を奏することができる。

【0094】また、請求項10に係る光送受信システムによれば、上記請求項1乃至4のいずれかに係る光送受信システムにおいて、基板の上面に電子部品が実装されていることにより、基板の上面に光部品及び種々の電子部品、例えば発光駆動及び受光増幅回路、LSI回路、インダクタ、キャパシタ、抵抗などが高密度に混載される場合に、これら光部品及び電子部品の実装を阻害しないように一対の発光受光素子間の光配線を行うことが可能になる。即ち、一対の発光受光素子間の光配線による制約を受けることなく、光部品及び電子部品の実装を従来以上に高密度に且つ効率的に行うことが可能になる。従って、こうした光部品及び電子部品の高密度実装化等により、光送受信システムの高性能化や小型軽量化を実現することができる。

【0095】また、請求項11に係る光送受信システムによれば、上記請求項5に係る光送受信システムにおいて、基板の上面に電子部品が実装されており、反射膜が導体からなると共に、電子部品を接続する電気配線部として共用されることにより、基板の上面と下面とを貫通する貫通穴又は第1及び第2の貫通穴が光部品間の光配線部として機能するのみならず、種々の電子部品を接続する電気配線部としても機能するため、特に基板が種々

の電子部品間を接続する多層配線構造をなす場合に、その多層基板の構造、引いては光送受信システム全体としての構造を簡略化することができる。従って、製造プロセスを簡易化して、ローコスト化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る光送受信システムを示す概略断面図である。

【図2】図1の光送受信システムにおける貫通穴を示す拡大平面図及び拡大断面図である。

【図3】図1の光送受信システムにおける光導波路及び45°マイクロミラーを示す拡大図である。

【図4】図1の光送受信システムの動作を説明するための図である。

【図5】本発明の第2の実施形態に係る光送受信システムを示す概略断面図である。

【図6】本発明の第3の実施形態に係る光送受信システムを示す概略断面図である。

【図7】本発明の第1の実施形態に対応する実施例に係る光送受信システムを示す概略上面図、概略断面図、及び概略下面図である。

【図8】図7の光送受信システムにおける光配線部及び電気接続部と電子部品の実装との関係を説明するための図である。

【図9】従来の光送受信システムの一例を示す概略断面図である。

【図10】図9の光送受信システムにおける光導波路及び45°マイクロミラーを示す拡大図である。

【図11】図9の光送受信システムにおける45°マイクロミラーの代わりに、微小ミラー部品を用いた場合を示す図である。

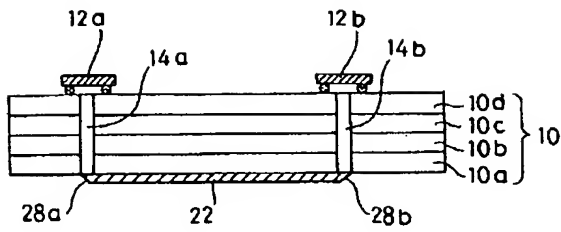
【図12】従来の光送受信システムの他の例を示す概略断面図である。

【図13】従来のLSI回路を混載した光送受信システムを示す概略断面図である。

【符号の説明】

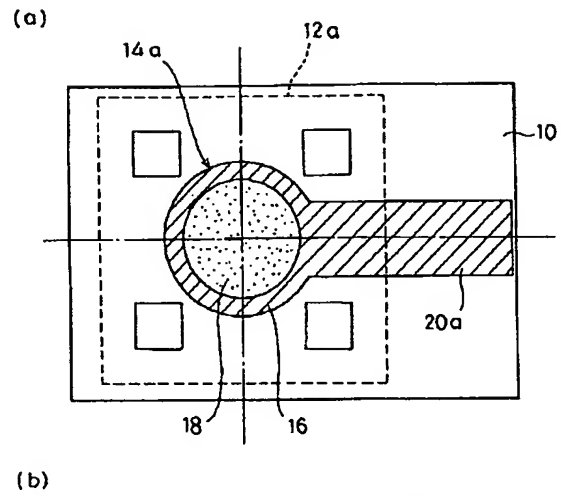
10…多層基板、10a、10b、10c、10d…第1～第4の絶縁層、12a、12b…面型発光受光素子、14a、14b…貫通穴、16…クラッド部、18…コア部、20a、20b…配線層、22…光導波路、24…コア部、26…クラッド部、28a、28b…45°マイクロミラー、30…面型発光受光素子、32…端面型発光受光素子、34…貫通穴、36…光導波路、38…45°マイクロミラー、40a、40b…面型発光受光素子、42…貫通穴、50…発光駆動及び受光増幅回路、52…LSI回路、54…LCR部品、56a、56b…電気配線部、58…フリップチップバンブ、60…半田ボール。

【図1】

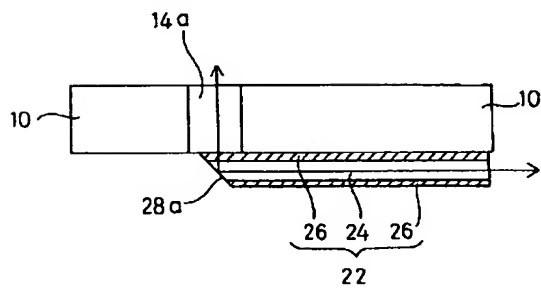


10…多層基板  
10a、10b、10c、10d…第1～第4の絶縁層  
12a、12b…面型発光受光素子  
14a、14b…貫通穴  
22…光導波路  
28a、28b…45° マイクロミラー

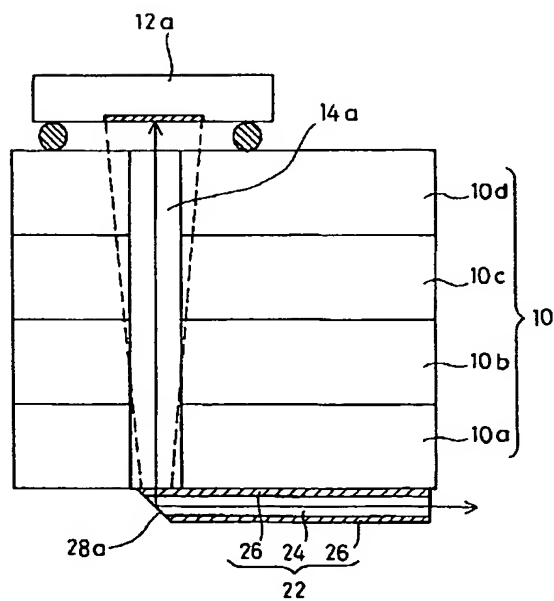
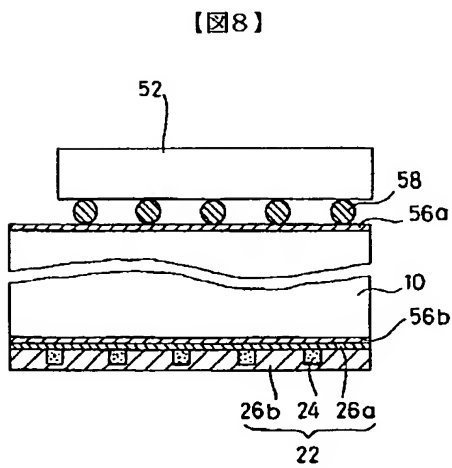
【図2】



【図3】

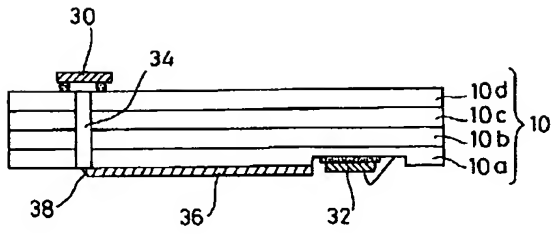


【図4】

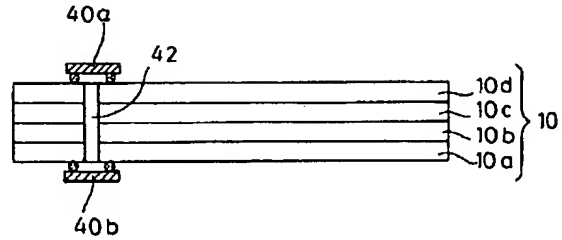




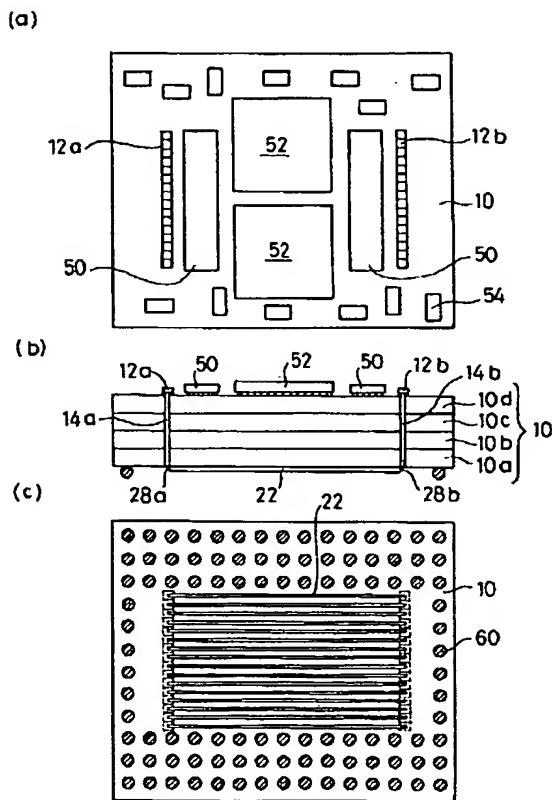
【図5】



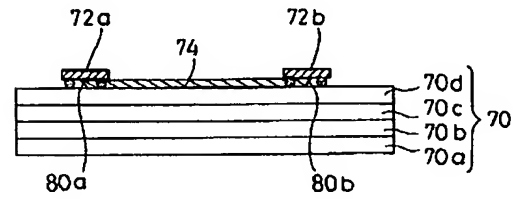
【図6】



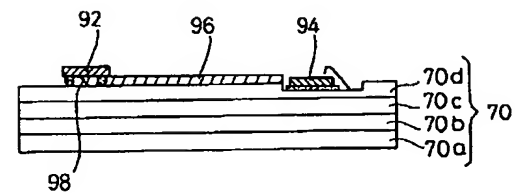
【図7】



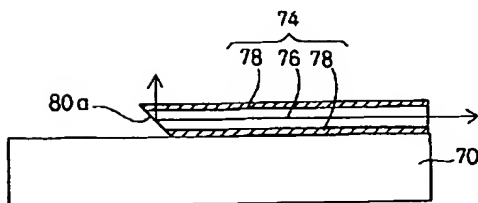
【図9】



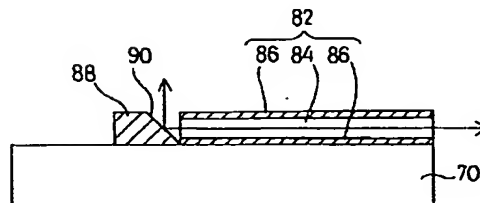
【図12】



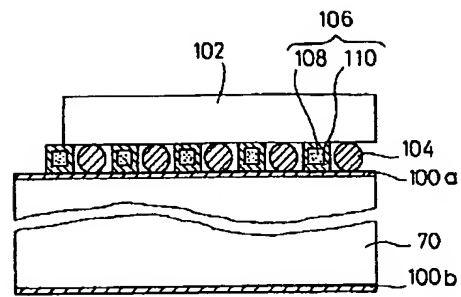
【図10】



【図11】



【図13】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

H04B 10/04

10/06

識別記号

F I

フロント' (参考)